

(19) **FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY**

[Seal]

(10) **DE 296 18,092 U1**

(51) Int. Cl.⁶:
B 01 D 63/08
B 01 D 37/00

**GERMAN PATENT
OFFICE**

(21) File number:

296 18 092.0

(22) Date filed:

October 18, 1996

(47) Date of Registration:

December 12, 1996

(43) Date of publication in the
Patent Bulletin:

January 30, 1997

(73) Proprietor:

Sartorius AG, 37075 Göttingen, DE

(54) Filter cartridges of hydrophilic, porous polymer membranes that can be
tested for integrity, with improved filtration reliability and filtration capacity

Sartorius AG

SM0607

Weender Landstrasse 94-108

37075 Göttingen

Filter cartridges of hydrophilic, porous polymer membranes that can be tested for integrity, with improved filtration reliability and filtration capacity

The invention concerns filter cartridges for crossflow and dead-end filtration of fluids, which [cartridges] are comprised of hydrophilic, porous membranes, which have an improved filtration reliability and filtration capacity.

Such filter cartridges find application in regions with high requirements for filtration reliability, in particular, in the pharmaceutical and food industries, in medicinal and laboratory fields and in biotechnology. They are utilized both in the form of crossflow filter cartridges as well as in the form of dead-end filter cartridges, in particular, if the latter are equipped with membrane adsorbers.

Filtration reliability means that the filter cartridges must satisfy particular requirements relative to their mechanical and chemical stability, in that they must not release extractable components and that their integrity must be testable.

Filtration capacity means the volumetric flow of permeate per unit of time, which can be indicated, for example, as the water flow-through rate.

The hydrophilic nature of porous polymer membranes can be brought about

based on structural morphology, an agent evoking the hydrophilic nature or a wetting-agent or a polymer addition.

Filter cartridges, as is known, are comprised of a plurality of planar segments which are arranged in layers of specific sequence of filtering materials, such as membranes, and of spacers as drainage for retained material and permeate, which are sealed in their edge regions by a sealing compound in a fluid-tight manner. In the case of crossflow filter cartridges, the planar segments have discontinuities aligned relative to one another for the formation of channels for the introduction of the fluid to be filtered and for the discharge of retained material and permeate. Planar segments usually of textile-type material, such as nonwoven and woven materials, knitted or mesh materials, serve as the draining spacers on the side of the retained material and on the permeate side of the membranes. In these segments, the discontinuities are sealed by a sealing compound annularly in their edge regions for prevention of the introduction or the discharge of fluid to or from the membrane side. Such crossflow filter cartridges are described by DE-A1-3,441,249. A dead-end filter cartridge with improved stability, in which at least the first and at least the last segments are comprised of a textile-type material and the other segments are comprised of porous membranes, is described in Utility Model DE-U1-295 17,324.

As is known, filter cartridges are pressed between filter holders of a clamping device in their edge regions in a fluid-tight manner for use. Frequent clamping

and unclamping may lead to breaks in the membrane, in particular in the transition region between the membranes and the permanently elastic sealing compound. Mechanical stress of the filter cartridges caused by temperature effects, as can occur during the filtration of hot liquids or in the case of heat sterilization of filter cartridges, can also lead to similar defects. In order to avoid this damage, additional measures were previously taken, such as the incorporation of sealing frames and sealing rings between the planar segments of a filter cartridge (DE-A1-3,441,249) and the use of special clamping devices for filter cartridges (DE-C2-3,708,733, DE-C2-3,708,734). According to DE-U1-295 17,324, an improved stability is achieved in that the segments of the textile-type material project over the edge regions of the segments of porous membranes and reinforce the sealing compound in the critical transition region.

It is also known from DE-A1-4,028,379 to use polyurethane materials as a rigid non-elastic sealing compound in order to increase the mechanical stability of filter cartridges. The disadvantage here is that polyurethanes can decompose under the action of the fluids to be filtered and the filtrate is contaminated with harmful substances. Such filter cartridges are unsuitable for use in the pharmaceutical, medicinal and biotechnology fields.

In contrast, if one uses polyalkanes as the sealing compound for the fluid-tight embedding of the planar segments, then no harmful extractable substances are given off due to the chemical resistance of the polyalkanes, but when hydrophilic,

porous membranes are used, an effect known under the name "edge hydrophobia" occurs under the effect of the hot polymer melt, which leads to the fact that such filter cartridges can no longer be tested by the usual methods.

As is known, the integrity tests conducted frequently in practice are comprised of one-sided loading of the membrane, whose pores must be filled with a liquid, usually water, with a gas placed under a test pressure. From the measurement of the time course of the drop in pressure on the membrane side loaded with test gas or the quantity of the test gas that passes through the membrane, conclusions can be drawn on the integrity of membranes or filter cartridges. Such integrity tests are known as the pressure holding test, the bubble-point test and the diffusion test.

Due to the action of the hot melt of the thermoplastic polymer material on the hydrophilic, porous membranes, negative changes in the properties of the membranes arise within the attachment regions and at places directly adjacent to these regions. For example, the hydrophilic, porous membranes are made hydrophobic in an edge zone which is adjacent to the embedding region. This has the consequence that such hydrophobic edge zones are no longer wetted by water. When the integrity test is conducted, the test gas passes unhindered through the pores of this edge zone that are not filled with water and thus indicates erroneously a filter cartridge that is not intact. The hydrophobic condition can be caused by the fact that hydrophilic agents contained in the

membrane can evaporate or diffuse away at the melting point of the thermoplastic polymer material or the hydrophilic agents can lose their hydrophilic properties by chemical decomposition or steric changes.

The hydrophilic, porous membranes are also frequently brittle, can withstand only small mechanical loads, and are sensitive to initial tearing as well as continued tearing, so that in their handling, for example, in cutting, punching or when installed in filter cartridges, defective places can be formed in the membranes. By the action of the hot melt of the thermoplastic polymer material for embedding the edge regions of the membranes in the sealing compound, the mechanical stability of the membranes is further reduced, so that in the edge zone which is adjacent to the embedding region, breaks frequently occur in the membrane, whereupon such filter cartridges no longer filter in a reliable manner.

In general, solutions are known from the production of filtration units for overcoming the edge hydrophobia. Thus, according to EP-A3-0 096,306, an edge sealing of hydrophilic, porous membranes, e.g., of polyamide, by a heat-sealable nonporous polyester film is proposed, which is provided on one side with a solvent-free polyethylene coating as a type of hot-melt adhesive. It is also proposed in the same publication to reduce the porosity of hydrophilic membranes in the edge strips. For this purpose, the edge strips are either produced from a casting solution producing a smaller pore size than the main surface of the membrane or the edge strips are mechanically pressed so that the

pores collapse therein.

Porous membranes, which have places impermeable to fluid due to a transformation of the structure on one side of the membrane to a film-type state, are described in DE-A1-3,803,341 and US Patent 4,969,997. These places can be produced by the phenomenon that heat or vapor of a solvent or solvent mixture for the membrane material acts in a targeted manner on the place to be filmed on one side of the membrane, and the membrane material dissolves to the desired depth.

EP-B1-0 036,315 mentions, in addition to a "heat seal" and a mechanical method, a process, in which the sensitive region of the porous membranes is treated by casting with glue. The disadvantage of this method lies in the insufficient temperature stability of the glued membrane zones when stressing with several vapor cycles at 134°C.

According to DE-C1-4,339,810, the hydrophilic, porous membranes in the regions provided for the embedding are immersed in a solution of a hydrophilic agent, so that the membranes are saturated with the solution in these regions. The treated membranes are then washed and dried. The membranes modified in this way should be made preferably at least doubly hydrophilic in their impregnated region than in the untreated membrane regions, so that after they are embedded, an edge hydrophobia no longer occurs, due to the large excess

of hydrophilic agent. The named solutions have the disadvantage that either they are technologically very expensive, and also foreign substances are entrained by which the danger exists of the leaching out of extractable components during the filtration process, or that the active filtration surface is reduced, e.g., by filming or coating with a nonporous film, or that they do not reduce the adverse mechanical effects on the membranes in the edge region of the embedding.

The object of the invention is thus to create filter cartridges of hydrophilic, porous membranes with improved filtration reliability and filtration capacity, which provide a high mechanical and chemical stability, do not give off any harmful extractable components, and can be tested for their integrity.

The object is solved by a filter cartridge, in which the plurality of layered planar segments of hydrophilic, porous polymer membranes and of draining spacer materials are enclosed in a fluid-tight manner in their edge regions by a rigid sealing compound of a thermoplastic polymer and wherein the hydrophilic, porous membranes are joined at least in their edge regions and on at least one side with at least one porous planar formation of thermoplastic polymer fibers.

The fluid-tight embedding of the plurality of planar segments of membranes and spacers, which are layered in specific sequence in the sealing compound, is conducted in the known way. For example, a hot melt of thermoplastic polymer material is pressed into the edge regions of a casting mold, wherein the planar

segments that are pressed together are found, until it surrounds the edge regions of the segments and penetrates to a pregiven extent of up to a depth of several mm between the segments. Alternatively, a granulate introduced into the edge region of the casting mold can be melted. In the case of rotation-symmetric filtration cassettes, the embedding of the segments in the melt is carried out by centrifuging the entire casting mold.

According to the invention, the melt of thermoplastic polymer material thus preferably penetrates the porous planar formation and the draining spacers and after cooling forms a fluid-tight joint of the planar segments with the sealing compound without involving the membrane itself. Phenomena of edge hydrophobia or an adverse effect on the mechanical stability of the membrane do not occur. In an advantageous embodiment, the porous planar formation, the draining spacers as well as the sealing compound are comprised of the same material, for example, of polyalkanes, in particular polyethylene or polypropylene, polyamides, polysulfones or polyether sulfones.

It was surprisingly found that the object of the invention can be solved only if a physical/chemical bond is present between the hydrophilic, porous membrane and the porous planar formation of thermoplastic polymer fibers during the embedding in the sealing compound. If only a loose contact exists between the membrane and the porous planar formation during the embedding in the sealing compound, for example, by lying the membrane and the planar formation on top

of one another, then filter cartridges that can be tested for integrity are not obtained. In contrast, if the hydrophilic, porous membrane is bonded with the porous planar formation of thermoplastic polymer fibers, the thermoplastic polymer fibers of the porous planar formation evidently protect the porous membrane by drawing off heat during the liquid-solid phase transition of the porous planar formation that melts at relatively low temperatures in such a way that the effect of the hydrophilic agent or the latent hydrophilic nature of the membrane polymer remains. In addition, the liquid melt of the porous thermoplastic planar formation covers the pores of the membrane that may be damaged by thermal stress in the edge region of the embedding in the anchoring elements and prevents an edge hydrophobia therein. Due to this bonding between the porous membrane and the porous planar formation, the liquid melt flows by capillary forces into the porous membrane or covers the membrane by adhesion forces and seals these regions. The direct three-dimensional vicinity in the arrangement of porous membrane and planar formation also requires heat discharge effects and thus protects the hydrophilic condition against heat.

Nonwoven material, woven material, knitted and/or mesh materials comprised of organic polymers are used as the porous planar formation. Preferably, nonwoven materials with a tangled fiber arrangement are used. The porous planar formations are characterized by a separating capacity which corresponds to a pore size in the range between 0.5 to 100 μm , and is preferably in a range between 1 and 50 μm . In order to increase the filtration capacity, it is of

advantage if the porous planar formations have a pore-size gradient, i.e., if the pore size increases or decreases in the direction of flow. It is particularly advantageous to use porous planar formations whose pore size decreases in the direction of the edge region, which is embedded in a fluid-tight manner in the anchoring elements. In this way an increased protection of the hydrophilic, porous membranes is achieved in their edge region and the reduction in through-flow of the filtering element which is brought about by the porous planar formations is reduced to a minimum.

If the air permeability measured according to DIN 53-887 at a pressure difference of $\Delta p = 0.5$ bar is applied as the measurement for the porosity of the porous planar formation, then porous planar formations with an air permeability of 150-4000 $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ are preferred. Those with an air permeability between 600 and 1500 $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ are particularly preferred.

The square-meter weight determined according to DIN 53-854 lies between 20 and 120 g/m^2 , in particular between 30 and 80 g/m^2 . The thickness determined according to DIN 53-855/1 preferably lies between approximately 0.05 and approximately 0.60 μm .

The porous planar formations are comprised of polymer fibers with pore diameters in the range between approximately 10 μm and approximately 50 μm . Planar formations of cladded core fibers are preferred, since they endow the

membrane composite with an excellent mechanical stability. Good results are obtained if cladded core fibers are used with polypropylene (PP) as the core material, for example, with a melting point in the range of $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ and with polyethylene (PE) as the cladding material, for example, with a melting point in the range of $135^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ or $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. The higher melting PP core to a great extent prevents a runoff of the melt of the PE cladding of the polymer fibers and thus makes possible the penetration of the liquid PE into the porous membrane by capillary forces in the edge region for the sealing compound. The mass ratio of the PP:PE polymers (core polymer:cladding polymer) in the cladded core fibers can vary between 10:90 and 90:10, whereby a 50:50 ratio is preferred. The lack of stability in the melting process in the case of pure PE planar formations due to the absence of the PP core (as in cladded-core nonwoven materials) can be equilibrated by an increased melt input by means of an increased square-meter weight of the PE planar formation.

The porous planar formations can be laminated on the porous membranes as was disclosed, for example, in DE-C1-4,234,816 in the case of cladded-core nonwoven materials, or they can be integrated with the porous membranes, as was described, for example, in DE-C2-4,025,768.

The use of a composite made of a three-layer structure ("sandwich structure") has been shown to be particularly advantageous, in particular, if it is comprised of a cladded-core nonwoven material which is joined on one side with a porous

membrane and on the other side, for example, with a woven material or with another nonwoven material. The protection of the porous membrane against edge hydrophobia as well as the mechanical stability are clearly increased in this way. Composites of the named type are known from DE-A1-196 04,573, but of course, they have a clearly reduced water flow-through rate, which lies only between 72 and 86% in comparison to the membrane. It has now been surprisingly found that relatively loose composites of a three-layer structure can be used for prevention of an edge hydrophobia, which provides a water flow-through rate that is reduced by less than 10% in comparison to the unreinforced membrane. When a laminate of a porous planar formation and a porous membrane is used, it has been surprisingly shown to be sufficient if the bond between both layers is made only pointwise, so that the water flow-through rate of the composite is reduced by a value of less than 2.5% in comparison to the unreinforced porous membrane. Such a composite is achieved, for example, by a laminating process with a laminating temperature below the melting point of the porous planar formation and a correspondingly small lamination pressing pressure on the layers to be laminated. If the porous membrane is laminated with a porous planar formation only in the edge region, then the water flow-through rate decreases by less than 2%. On the other hand, the water flow-through rate is reduced by approximately 10 to approximately 30% by the integral embedding of the porous planar formation in the porous membrane. Filter cartridges comprised of integrally reinforced membranes consequently have a filtration capacity that is insufficient for many practical applications.

Hydrophilic, porous membranes are comprised of materials which are selected from the group of polysulfones, polyether sulfones and polyamides. The hydrophilic nature can be brought about based on structural morphology, or addition of a wetting agent or a polymer.

Porous membranes possess pore sizes in the ultrafiltration and microfiltration range, whereby the microfiltration range with pore sizes between approximately 0.05 and approximately 10 μm and, in particular, a range between 0.1 and 1.2 μm is preferred. A range between 0.2 and 0.65 μm is particularly preferred.

The invention can be applied to all filter cartridges in which the porous membranes are embedded in a thermally fluid-tight manner in their edge region in rigid sealing compounds comprised of thermoplastic polymer materials.

The sealing compounds are comprised of a material which is selected from the group of polyalkanes, in particular polyethylene and polypropylene, halogenated polyalkanes, polysulfones, polyether sulfones and polyamides.

The invention will be explained in more detail on the basis of Figures 1a to 12b and the embodiment examples.

Here:

Fig. 1a shows a schematic representation of a composite of a cladded-core or PE nonwoven material with a hydrophilic, porous membrane and other nonwoven/woven materials for drainage without physical/chemical bonding prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 1b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 1a after embedding in a sealing compound;

Fig. 2a shows a schematic representation of a composite of a cladded-core or PE nonwoven material with a hydrophilic, porous membrane and other nonwoven/woven materials for drainage with physical/chemical bonding prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 2b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 2a after embedding in a sealing compound;

Fig. 3a shows a schematic representation of a composite of a cladded-core or PE nonwoven material with a hydrophilic, porous membrane and another nonwoven/woven material by lamination along with another nonwoven/woven material for drainage prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 3b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 3a after embedding in a sealing compound;

Fig. 4a shows a schematic representation of a composite by lamination of the cladded-core or PE nonwoven material with the hydrophilic, porous membrane and other nonwoven/woven materials for drainage prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 4b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 4a after embedding in a sealing compound;

Fig. 5a shows a schematic representation of a composite of a cladded-core or PE nonwoven material laminated with the drainage nonwoven material with the porous membrane without physical/chemical bonding prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 5b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 5a after embedding in a sealing compound;

Fig. 6a shows a schematic representation of a composite of a cladded-core or PE nonwoven material laminated with a drainage nonwoven material with the porous membrane with physical/chemical bonding prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 6b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 6a

after embedding in a sealing compound;

Fig. 7a shows a schematic representation of a composite by lamination on both sides of a hydrophilic, porous membrane with cladded-core or PE nonwoven materials and without drainage nonwoven materials prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 7b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 7a after embedding in a sealing compound;

Fig. 8a shows a schematic representation of a composite between a hydrophilic, porous membrane and drainage nonwoven materials based on PP without cladded-core or PE nonwoven material prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 8b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 8a after embedding in a sealing compound;

Fig. 9a shows a schematic representation of a composite by lamination on both sides of a hydrophilic, porous membrane with cladded-core or PE nonwoven materials and use of drainage nonwoven materials prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 9b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 9a after embedding in a sealing compound;

Fig. 10a shows a schematic representation of a composite of a cladded-core or PE nonwoven material with the porous membrane with physical/chemical bonding on both sides prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 10b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 10a after embedding in a sealing compound;

Fig. 11a shows a schematic representation of a composite by lamination of a cladded-core or PE nonwoven material exclusively in the edge region of the porous membrane prior to embedding in a sealing compound;

Fig. 11b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 11a after embedding in a sealing compound;

Fig. 12b shows a schematic representation of a structure of a hydrophilic, porous membrane integrally reinforced by cladded core nonwoven material prior to embedding in a sealing compound; [and]

Fig. 12b shows a schematic representation of the composite according to Fig. 12a after embedding in a sealing compound.

According to Fig. 1a, the structure of the composite has a form such that the porous membrane 2, the cladded-core nonwoven material 1, as well as the drainage nonwoven materials 3 and 4 are not physically-chemically bonded either by a lamination process or by appropriate conditions in further processing, so that the attachment of the individual layers of the composite occurs independent of one another (Fig. 1b). Since a direct bond between the cladded-core nonwoven material and the porous membrane is not assured in the embedding in the sealing compound 5, a protection of the hydrophilic membrane by discharge of the heat via the molten thermoplastic nonwoven material on the membrane itself does not result nor does the melt seal off via capillary or adhesion forces the damaged places in the edge region relative to the sealing compound. In all filter cartridges constructed in this way, an edge hydrophobia has been established in the region adjacent to the rigid sealing compound.

According to Fig. 2, the structure of the composite has the form that the porous membrane 2, the cladded-core or PE nonwoven material 1, as well as the drainage nonwoven material 3* are bonded by appropriate physical conditions in the lamination, so that the attachment of the individual layers in sealing compound 5 takes place as a composite. Since a direct bond between the cladded-core nonwoven material and the porous membrane is assured in the embedding in the sealing compound, first of all, a protection of the hydrophilic membrane by discharge of the heat via the molten thermoplastic nonwoven

* sic; 4?—Trans. Note.

material on the membrane itself does result, and in addition, the melt seals off via capillary or adhesion forces the damaged places in the edge region relative to the sealing compound (Fig. 2b). In the majority of the filter cartridges constructed in this way, an edge hydrophobia is not established in the region relative to the sealing compound.

According to Fig. 3, the structure of the composite has the form that the porous membrane 2, the cladded-core or PE nonwoven material 1, as well as the drainage nonwoven material (nonwoven/woven material) 4 are bonded with one another by a laminating process, so that the attachment of the individual layers in sealing compound 5 takes place as a composite. Since a direct bond between the cladded-core nonwoven material and the porous membrane is assured in the embedding in the sealing compound, first of all, the protection of the hydrophilic membrane by discharge of the heat via the molten thermoplastic nonwoven material on the membrane itself does result, and in addition, the melt seals off via capillary or adhesion forces the damaged places in the edge region relative to the sealing compound (Fig. 3b).

According to Fig. 4, the structure of the composite has the form that the porous membrane 2 and the cladded-core or PE nonwoven material 1 are bonded with one another by a laminating process, so that the attachment of the individual layers in sealing compound 5 takes place as a composite. The effect is identical to Example 3—without the additional support of a drainage nonwoven material.

(Fig. 4b). In none of the filter cartridges constructed in this way was an edge hydrophobia established in the region relative to the sealing compound.

According to Fig. 5a, the structure of the composite has a form such that the porous membrane 2 and the cladded-core or PE nonwoven material 1 laminated with the drainage nonwoven material are not physically-chemically bonded either by another lamination process or by appropriate conditions in further processing, so that the attachment of the individual layers of the composite occurs independent of one another (Fig. 5b). The effect is identical to Example 1.

In all filter cartridges constructed in this way, an edge hydrophobia was established in the region relative to the sealing compound 5.

According to Fig. 6a, the structure of the composite has a form such that the porous membrane 2 and the cladded-core or PE nonwoven material 1 laminated with the drainage nonwoven material are physically-chemically bonded by appropriate conditions in further processing--for example, laminating--so that the attachment of the individual layers in the sealing compound occurs as a composite (Fig. 6b). The effect is identical to Example 2.

In filter cartridges constructed in this way, no edge hydrophobia was established in the region relative to the sealing compound 5.

According to Fig. 7, the structure of the composite has the form that both sides of the porous membrane 2 are bonded with the cladded-core or PE nonwoven

materials 1 and 6 by a laminating process, so that the attachment of the individual layers in sealing compound 5 takes place as a composite. The effect is identical to Example 4 (Fig. 7b). In none of the filter cartridges constructed in this way was an edge hydrophobia established in the region relative to the sealing compound.

According to Fig. 8, the structure of the composite has the form that the porous membrane 2 and the drainage nonwoven materials 3, 4, without a cladded-core or PE nonwoven material, are embedded in the sealing compound 5, so that the attachment of the individual layers of the composite occurs independent of one another (Fig. 8b). The effect is identical to Example 1.

In all filter cartridges constructed in this way, an edge hydrophobia was established in the region relative to the sealing compound.

According to Fig. 9a, the structure of the composite results as in Example 7 with the additional use of drainage nonwoven materials 3, 4, so the same effect is obtained as in Example 7 (Fig. 9b).

In none of the filter cartridges constructed in this way was an edge hydrophobia established in the region relative to the anchoring elements.

According to Fig. 10, the structure of the composite has the form that the porous membrane 2 and the cladded-core or PE nonwoven materials 1 and 6 on both sides of the membrane are bonded physically-chemically by appropriate

conditions—for example, lamination—so that the attachment of the individual layers in sealing compound 5 takes place as a composite. (Fig. 10.b). The effect on each side of the membrane is identical to Example 2.

In all filter cartridges constructed in this way, no edge hydrophobia was established in the region relative to the sealing compound.

According to Fig. 11, the structure of the composite has the form that the porous membrane 2 in the edge region relative to the sealing compound is bonded with the cladded-core or PE nonwoven material 1 and [the latter is bonded with] the drainage nonwoven material 4 by a laminating process, so that the attachment of the individual layers in sealing compound 5 takes place as a composite. The effect is identical to Example 2 (Fig. 11b).

An edge hydrophobia was not established in any of the filter cartridges constructed in this way.

This structure can also be implemented with the same results as in Examples 3, 4, 7, 9 and 11.

According to Fig. 12a, if a membrane 7 integrally reinforced with a cladded-core or PP nonwoven material along with drainage nonwoven materials 3 and 4 are embedded in a sealing compound made of a thermoplastic polymer melt (Fig. 12b), effects identical to those in Example 4 result.

In none of the filter cartridges constructed in this way was an edge hydrophobia established in the region relative to the sealing compound.

This structure can also produce the same results as in Examples 3 (bonded with drainage nonwoven material), 4 (without drainage nonwoven material), 7 (embedded on both sides, without drainage nonwoven material), 9 (embedded on both sides, with drainage nonwoven material) and 11 (only embedded in the edge region).

Of course, the filter cartridges constructed according to Example 12 have a reduced water flow-through rate.

Embodiment examples

For determining the occurrence [and] the magnitude of edge hydrophobia and the filtration capacity, crossflow filter cartridges with 32 rectangular segments of laminated (type I), integrally reinforced (type II) and unreinforced (type IN) hydrophilic microfiltration membranes of 0.2- μm pore size made of polyamide-6 and polyether sulfone as well as 18 segments of draining spacers for retained material and 16 draining spacers for permeate made of polypropylene woven material, and a rigid sealing compound of polypropylene were produced and investigated. The porous planar formation was comprised of a PP nonwoven material. The effective filtering surface of the filter cartridges amounts to 0.7 m². The discontinuities in the segments of the draining spacers for retained material and permeate, which will prevent an introduction or discharge of fluid to or from the membrane side, are sealed annularly in their edge regions by a sealing compound made of the same polypropylene as the sealing compound with which the planar segments are enclosed in a fluid-tight manner in their peripheral edge

regions.

In order to determine the edge hydrophobia, the membranes of the filter cartridges were wetted with RO [treated] water and tested for diffusion at a differential pressure of 1 bar with air as the test gas. Filter cartridges with diffusion values of < 15 ml/min were considered to be intact. An examination of the filter cartridges with higher diffusion values, which also have an edge hydrophobia, showed that the increased diffusion values could not be attributed to defects in the membrane itself according to the known bacteria challenge test (BC test).

In order to determine the filtration capacity, the water flow-through rate for the permeate was determined in liters/h m² with an initial pressure of 2 bars and a counterpressure of 0.5 bar for the retained material.

The results are compiled in Tables 1 and 2. The data are mean values from 5 measured values.

Table 1

Filter cartridges with membrane made of polyamide-6

Type	Diffusion	Water flow-through rate	
	[ml/min bar]	[liters/h m ²]	%
I	9.7	1650	98
II	8.1	1190	71
III	high, cannot be determined	1680	100

Table 2

Filter cartridges with membrane made of polyether sulfone

Type	Diffusion	Water flow-through rate	
	[ml/min bar]	[liters/h m ²]	%
I	6.4	1480	97
II	9.5	1250	82
III	high, cannot be determined	1530	100

Another advantage of the filter cartridges according to the invention consists of their increased mechanical stability in comparison to filter cartridges that correspond to the prior art. This increased stability should be attributed to the physical/chemical bonding between the hydrophilic, porous membrane and the porous planar formation. In the case of the lamination with cladded-core nonwoven materials, the membranes possess a bursting pressure that is approximately 3 bars higher. For example, the bursting pressure is only approximately 0.5 bar for the PESU membranes used without lamination.

However, if crossflow filter cartridges with PESU membranes (0.2 μm pore diameter) are laminated with cladded-core nonwoven materials according to the invention and then are subjected to pulsations with a pressure difference of 6 bars, even after 4000 pulsations, no damage to the membrane has occurred. Forty cycles of a steam sterilization of 30 minutes duration for each cycle were conducted at 2 bars (134°C). No changes occurred in the filter cartridges.

Claims

1. A filter cartridge that can be tested for integrity for the filtration of fluids, which is made of a plurality of layered planar segments of hydrophilic, porous polymer membranes and of draining spacer materials, which is sealed in a fluid-tight manner in its edge regions by a rigid sealing compound, is hereby characterized in that the hydrophilic, porous membranes are joined at least in their edge regions and at least on one side with a porous planar formation made of thermoplastic polymer fibers and that the rigid sealing compound is comprised of a thermoplastic polymer.
2. The filter cartridge according to claim 1, further characterized in that the hydrophilic, porous membranes are laminated onto the porous planar formations.
3. The filter cartridge according to claim 2, further characterized in that the hydrophilic, porous membranes which are laminated onto the porous planar formations have a water flow-through rate of at least approximately 90% of the water flow-through rate of the membranes alone.
4. The filter cartridge according to the preceding claims, further characterized in that the polymer fibers of the porous planar formations are cladded-core fibers, whereby the cladding material has a lower melting point than the core material.
5. The filter cartridge according to claim 4, further characterized in that the

hydrophilic, porous membranes are comprised of materials which are selected from the group of polysulfones, polyether sulfones and polyamides.

6. The filter cartridge according to the preceding claims, further characterized in that the rigid sealing compound is comprised of a material which is selected from the group of polyalkanes, polysulfones, polyether sulfones and polyamides.

7. The filter cartridge according to claims 1 to 3, further characterized in that the hydrophilic, porous membranes are laminated at least on one side onto a porous planar formation in the form of a nonwoven material of polypropylene fibers, whereby the laminated membranes have a water flow-through rate of at least approximately 90% of the water flow-through rate of the membranes alone, and the planar segments of the draining spacer materials and the sealing compound are comprised of polypropylene.

8. The filter cartridge according to the preceding claims for crossflow filtration, in which the planar segments have discontinuities that are aligned relative to one another for the formation of channels for the introduction of the fluid to be filtered and for the discharge of retained material and permeate, and the planar segments serve as draining spacers for the retained-material side and permeate side of the membranes, wherein the discontinuities are sealed annularly in their edge regions by a sealing compound for the prevention of the introduction or discharge of fluid to or from the membrane side, further

characterized in that the sealing compound is comprised of the same thermoplastic polymer as the sealing compound with which the planar segments are sealed in a fluid-tight manner in their peripheral edge regions.



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 296 18 092 U 1**

⑤1 Int. Cl. 6:
B 01 D 63/08
B 01 D 37/00

②1	Aktenzeichen:	296 18 092.0
②2	Anmeldetag:	18. 10. 96
④7	Eintragungstag:	12. 12. 96
④3	Bekanntmachung im Patentblatt:	30. 1. 97

DE 296 18 092 U 1

⑬ Inhaber:
Sartorius AG, 37075 Göttingen, DE

⑤4 Auf Integrität testbare Filterkassette aus hydrophilen, porösen Polymembranen mit verbesserter Filtrationssicherheit und Filtrationsleistung

DE 296 18 092 U 1

19. 10. 95

Sartorius AG

SM9607

Weender Landstraße 94-108

37075 Göttingen

5

Auf Integrität testbare Filterkassette aus hydrophilen, porösen Polymermembranen mit verbesserter Filtrationssicherheit und Filtrationsleistung.

10

Die Erfindung bezieht sich auf Filterkassetten zur Crossflow- und zur Dead-End-Filtration von Fluiden aus hydrophilen, porösen Membranen, die eine verbesserte Filtrationssicherheit und Filtrationsleistung aufweisen.

15

Derartige Filterkassetten finden Anwendung in Bereichen mit hohen Anforderungen an die Filtrationssicherheit, insbesondere in der pharmazeutischen und Lebensmittelindustrie, im medizinischen und Laborbereich und in der Biotechnologie.

Sie werden sowohl in Form von Crossflow-Filterkassetten als auch in Form von Dead-End-Filterkassetten eingesetzt, insbesondere, wenn letztere mit

20

Membranadsorbern bestückt sind.

Filtrationssicherheit bedeutet, daß die Filterkassetten besonderen Anforderungen bezüglich ihrer mechanischen und chemischen Stabilität genügen müssen, daß sie keine extrahierbaren Bestandteile abgeben dürfen und daß sie auf Integrität testbar

25

sein müssen.

Filtrationsleistung bedeutet der Volumenfluß an Permeat pro Zeiteinheit, die zum Beispiel als Wasserdurchflußrate angegeben werden kann.

Die Hydrophilie der porösen Polymermembranen kann aufgrund einer Strukturmorphologie, eines Hydrophilierungs-/Netzmittel- oder Polymerzusatzes

30

hervorgerufen sein.

18.10.95

2

Filterkassetten bestehen bekanntlich aus einer Vielzahl flächiger, in bestimmter Abfolge geschichteter Zuschnitte von Filtermaterialien, wie Membranen, und von Abstandshaltern als Drainagen für Retentat und Permeat, die in ihren Randbereichen durch eine Dichtungsmasse fluiddicht eingefasst sind. Im Falle von Crossflow-
5 Filterkassetten weisen die flächigen Zuschnitte zueinander fluchtende Durchbrechungen zur Ausbildung von Kanälen für die Zufuhr von zu filtrierendem Fluid und für die Abfuhr von Retentat und Permeat auf. Flächige Zuschnitte aus in der Regel textilartigem Material, wie Vliese, Gewebe, Gewirke oder Gitter dienen als drainierende Abstandshalter auf der Retentat- und Permeatseite der Membranen. Bei
10 ihnen sind jene Durchbrechungen zur Verhinderung der Zufuhr oder der Abfuhr von Fluid zu oder von den Membranseiten in ihren Randbereichen von einer Dichtungsmasse ringförmig umschlossen. Derartige Crossflow-Filterkassetten werden von der DE-A1-34 41 249 beschrieben. Im Gebrauchsmuster DE-U1-295 17 324 wird eine Dead-End-Filterkassette mit verbesserter Stabilität beschrieben, bei der
15 mindestens der erste und mindestens der letzte Zuschnitt aus einem textilartigen Material und die übrigen Zuschnitte aus porösen Membranen bestehen.

Bekanntlich werden die Filterkassetten zum Gebrauch zwischen Filterhaltern einer Einspannvorrichtung in ihren Randbereichen fluiddicht eingepreßt. Ein häufiges Ein- und Ausspannen kann, insbesondere im Übergangsbereich zwischen den Membranen
20 und der dauerelastischen Dichtungsmasse zu Bruchstellen der Membranen führen. Zu analogen Defekten kann auch die durch Temperatureinflüsse hervorgerufene mechanische Belastung der Filterkassetten führen, wie sie bei der Filtration heißer Fluide oder bei der Hitzesterilisation der Filterkassetten auftritt. Zur Vermeidung dieser Schädigungen wurden bisher zusätzliche Maßnahmen ergriffen, wie der
25 Einbau von Dichtrahmen und Dichtringen zwischen den flächigen Zuschnitten einer Filterkassette (DE-A1-34 41 249) und die Verwendung spezieller Einspannvorrichtungen für die Filterkassetten (DE-C2-37 08 733, DE-C2-37 08 734). Gemäß DE-U1-295 17 324 wird eine verbesserte Stabilität dadurch erreicht, daß die Zuschnitte aus dem textilartigen Material über die Randbereiche der Zuschnitte aus
30 den porösen Membranen hinausragen und die Dichtungsmasse im kritischen Übergangsbereich verstärken.

Aus der DE-A1-40 28 379 ist auch bekannt, zur Erhöhung der mechanischen Stabilität von Filterkassetten Polyurethanmaterialien als starre unelastische

Dichtungsmasse zu verwenden. Der Nachteil besteht darin, daß sich Polyurethane unter der Einwirkung der zu filtrierenden Fluide und von Hitze zersetzen können, wodurch extrahierbare Bestandteile gebildet werden und das Filtrat mit schädlichen Substanzen kontaminiert wird. Derartige Filterkassetten sind für den Einsatz im

5 Pharma-, Medizin- und Biotechnologiebereich ungeeignet.

Verwendet man dagegen Polyalkane als Dichtungsmasse zum fluiddichten Einbetten der flächigen Zuschnitte, so können zwar aufgrund der chemischen Resistenz der Polyalkane keine schädlichen, extrahierbaren Substanzen abgegeben werden, jedoch tritt im Falle der Verwendung hydrophiler poröser Membranen unter der Einwirkung

10 der heißen Polymerschmelze ein unter dem Begriff „Randhydrophobie“ bekannter Effekt auf, was dazu führt, daß derartige Filterkassetten mit den üblichen Methoden nicht mehr auf Integrität testbar sind.

Bekanntlich bestehen die in der Praxis häufig durchgeführten Integritätstests in der einseitigen Beaufschlagung der Membran, deren Poren mit einer Flüssigkeit, in der

15 Regel Wasser, gefüllt sein müssen, mit einem unter Prüfdruck stehenden Gas. Aus der Messung des zeitlichen Verlaufs des Druckabfalls auf der mit Prüfgas beaufschlagten Membranseite oder der Menge des durch die Membran hindurchgetretenen Prüf gases können Rückschlüsse auf die Integrität der Membranen beziehungsweise der Filterkassette gezogen werden. Derartige Integritätstests sind als Druckhaltetest,

20 Bubble-Point-Test und Diffusionstest bekannt.

Durch die Einwirkung der heißen Schmelze des thermoplastischen Polymermaterials auf die hydrophilen, porösen Membranen werden negative Veränderungen in den Eigenschaften der Membranen innerhalb des Fixierungsbereichs und unmittelbar benachbart zu diesen Bereichen hervorgerufen. So kommt es beispielsweise zu einer

25 Hydrophobierung der hydrophilen, porösen Membranen in einer Randzone, die dem Einbettungsbereich benachbart ist. Das hat zur Folge, daß diese hydrophoben Randzonen nicht mehr von Wasser benetzt werden. Bei der Durchführung des Integritätstests passiert das Prüf gas ungehindert die nicht mit Wasser gefüllten Poren dieser Randzone und täuscht eine nicht integere Filterkassette vor. Die

30 Hydrophobierung kann dadurch verursacht werden, daß in der Membran enthaltene Hydrophilierungsmittel bei der Schmelztemperatur des thermoplastischen Polymermaterials verdampfen oder wegdiffundieren oder die Hydrophilierungsmittel

durch chemischen Abbau oder sterische Veränderungen ihre hydrophilen Eigenschaften verlieren.

Die hydrophilen, porösen Membranen sind außerdem häufig spröde, mechanisch wenig belastbar und gegenüber einem Ein- und Weiterreißen empfindlich, sodaß bei
5 ihrer Handhabung, beispielsweise beim Schneiden, Stanzen oder beim Einbau in Filterkassetten Fehlstellen in den Membranen verursacht werden können. Durch Einwirkung der heißen Schmelze des thermoplastischen Polymermaterials zur Einbettung der Randbereiche der Membranen in die Dichtungsmasse wird die mechanische Stabilität der Membranen weiter herabgesetzt, sodaß es in der Randzone,
10 die dem Einbettungsbereich benachbart ist, häufig zu Membranbrüchen kommt, wodurch derartige Filterkassetten nicht mehr sicher filtrieren.

Allgemein sind aus der Fertigung von Filtrationseinheiten Lösungen zur Überwindung der Randhydrophobie bekannt. So wird nach der EP-A3-0 096 306 eine
15 Randversiegelung von hydrophilen porösen Membranen, z.B. aus Polyamid, durch einen heißsiegelbaren nichtporösen Polyesterfilm vorgeschlagen, welcher einseitig mit einem lösungsmittelfreien Polyethylenüberzug als Schmelzkleber versehen ist. In der gleichen Druckschrift wird auch vorgeschlagen, die Porosität der hydrophilen Membranen in den Randstreifen zu verringern. Dazu werden die Randstreifen
20 entweder aus einer eine geringere Porengröße ergebenden Gießlösung als die Hauptfläche der Membran erzeugt oder die Randstreifen werden mechanisch verpreßt, so daß die Poren darin kollabieren.

In der DE-A1-38 03 341 und US-PS 4,969,997 werden poröse Membranen beschrieben, die aufgrund einer Überführung der Struktur auf einer Membranseite in
25 einen filmartigen Zustand fluidundurchlässige Stellen aufweisen. Diese Stellen werden dadurch erzeugt, daß Hitze oder Dampf eines Lösungsmittels oder Lösungsmittelgemisches für das Membranmaterial gezielt auf die zu verfilmende Stelle auf einer Seite der Membran einwirkt und das Membranmaterial bis zur gewünschten Tiefe löst.

30 Die EP-B1-0 036 315 erwähnt neben einem „Heißsiegel“ und einem mechanischen Verfahren einen Prozeß, bei dem der empfindliche Bereich der porösen Membranen durch Vergießen mit Leim behandelt wird. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt in der

18.10.98

5

ungenügenden Temperaturstabilität der verleimten Membranzonen bei Beaufschlagung mit mehreren Dampfzyklen bei 134°C.

Nach der DE-C1-43 39 810 werden die hydrophilen, porösen Membranen in den für die Einbettung vorgesehenen Bereichen mit einer Lösung eines
5 Hydrophilierungsmittels getränkt, so daß sich die Membranen mit der Lösung in den vorgegebenen Bereichen sättigt. Die behandelten Membranen werden anschließend gewaschen und getrocknet. Die so modifizierten Membranen sollten in ihrem imprägnierten Bereich vorzugsweise mindestens um das Doppelte hydrophiler sein als in den unbehandelten Membranbereichen, sodaß nach ihrer Einbettung aufgrund des
10 großen Überschusses an Hydrophilierungsmittel keine Randhydrophobie mehr auftritt. Die genannten Lösungen haben entweder den Nachteil, daß sie technologisch aufwendig sind, zusätzlich Fremdstoffe eingetragen werden, bei denen die Gefahr der Auswaschung extrahierbarer Bestandteile während des Filtrationsprozesses besteht, oder daß die aktive Filtrationsfläche z. B. durch Verfilmung oder Belegung mit einem
15 nichtporösen Film verringert wird oder daß sie die mechanische Beeinträchtigung der Membranen im Randbereich der Einbettung nicht verringern.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Filterkassetten aus hydrophilen, porösen Membranen mit verbesserter Filtrationssicherheit und Filtrationsleistung zu
20 schaffen, die über eine hohe mechanische und chemische Stabilität verfügen, keine schädlichen extrahierbaren Bestandteile abgeben und auf Integrität testbar sind.

Die Aufgabe wird durch eine Filterkassette gelöst, bei der die Vielzahl geschichteter, flächiger Zuschnitte aus hydrophilen, porösen Polymermembranen und aus
25 drainierenden Abstandshaltermaterialien in ihren Randbereichen von einer starren Dichtungsmasse aus einem thermoplastischen Polymer fluiddicht eingefast ist und wobei die hydrophilen, porösen Membranen mindestens in ihren Randbereichen und auf mindestens einer Seite mit mindestens einem porösen Flächengebilde aus thermoplastischen Polymerfasern verbunden sind.

30 Die fluiddichte Einbettung der Vielzahl flächiger und in bestimmter Abfolge geschichteter Zuschnitte der Membranen und der Abstandshalter in die Dichtungsmasse wird in bekannter Weise durchgeführt. Beispielsweise wird in den Randbereich einer Gießform, in der sich mittig die flächigen und aneinander gepreßten



Zuschnitte befinden, eine heiße Schmelze des thermoplastischen Polymermaterials soweit eingepreßt, bis sie die Randbereiche der Zuschnitte umfaßt und eine vorgegebene Strecke von bis zu einigen mm Tiefe zwischen die Zuschnitte eindringt. Alternativ kann auch ein in den Randbereich der Gießform eingebrachtes Granulat
5 erschmolzen werden. Im Falle von rotationssymmetrischen Filtrationskassetten wird die Einbettung der Zuschnitte in die Schmelze durch Zentrifugieren der gesamten Gießform bewerkstelligt.

Erfindungsgemäß durchdringt dabei die Schmelze des thermoplastischen Polymermaterials bevorzugt das poröse Flächengebilde und die drainierenden
10 Abstandshalter und bildet nach dem Erkalten eine fluiddichte Verbindung der flächigen Zuschnitte mit der Dichtungsmasse, ohne daß die Membran selbst in Mitleidenschaft gezogen wird. Erscheinungen der Randhydrophobie oder eine Beeinträchtigung der mechanischen Stabilität der Membran treten nicht auf. In einer vorteilhaften Ausführungsform bestehen sowohl die porösen Flächengebilde, die
15 drainierenden Abstandshalter als auch die Dichtungsmasse aus dem gleichen Material, beispielsweise aus Polyalkanen, insbesondere Polyethylen oder Polypropylen, aus Polyamiden, aus Polysulfonen oder aus Polyethersulfonen.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß die Aufgabe der Erfindung nur dann
20 gelöst werden kann, wenn während der Einbettung in die Dichtungsmasse eine physikalische/chemische Verbindung zwischen der hydrophilen, porösen Membran und dem porösen Flächengebilde aus thermoplastischen Polymerfasern vorliegt. Besteht zwischen der Membran und dem porösen Flächengebilde während des Einbettens in die Dichtungsmasse lediglich ein loser Kontakt, beispielsweise durch
25 Aneinanderlegen der Membran und des Flächengebildes, so sind keine auf Integrität testbaren Filterkassetten erhältlich. Wenn dagegen die hydrophile, poröse Membran mit dem porösen Flächengebilde aus thermoplastischen Polymerfasern verbunden ist, schützen die thermoplastischen Polymerfasern des porösen Flächengebildes die poröse Membran offenbar aufgrund der Wärmeabführung während des Phasenübergangs
30 fest/flüssig des bei relativ niedrigen Temperaturen schmelzenden porösen Flächengebildes derart, daß die Wirkung des Hydrophilierungsmittels oder die latente Hydrophilie des Membranpolymers erhalten bleibt. Außerdem überdeckt die flüssige Schmelze des porösen thermoplastischen Flächengebildes die Poren der durch

18.10.95

7

- thermische Belastung eventuell geschädigten Membran im Randbereich der Einbettung in die Verankerungselemente und verhindert dort eine Randhydrophobie. Durch die Verbindung zwischen der porösen Membran und dem porösen Flächengebilde fließt die flüssige Schmelze durch Kapillarkräfte in die poröse
- 5 Membran oder bedeckt durch Adhäsionskräfte die Membran und versiegelt diese Bereiche. Die unmittelbare räumliche Nähe in der Anordnung von poröser Membran und Flächengebilde fördert auch die Wirkung der Wärmeabführung und somit den thermischen Schutz der Hydrophilie.
- 10 Als poröse Flächengebilde werden aus organischen Polymeren bestehende Vliese, Gewebe, Gewirke und/oder Gitter verwendet. Bevorzugt werden Vliese eingesetzt mit einer wirren Faseranordnung. Die porösen Flächengebilde werden durch einen Abscheidegrad charakterisiert, der einer Porengröße im Bereich zwischen 0,5 bis 100 μm entspricht, bevorzugt ist ein Bereich zwischen 1 und 50 μm . Zur Erhöhung der
- 15 Filtrationsleistung ist es von Vorteil, wenn die porösen Flächengebilde einen Porengrößengradienten aufweisen, das heißt, wenn die Porengröße in Anströmrichtung zu- oder abnimmt. Besonders vorteilhaft ist es, poröse Flächengebilde zu verwenden, deren Porengröße sich in Richtung des Randbereichs, der fluiddicht in die Verankerungselemente eingebettet wird, verringert. Damit
- 20 erreicht man einen erhöhten Schutz der hydrophilen porösen Membranen in ihrem Randbereich und senkt die von den porösen Flächengebilden verursachte Durchflußminderung des Filterelements auf ein Minimum.
- Legt man als Maß für die Porosität der porösen Flächengebilde die nach DIN 53 887 bei einer Druckdifferenz von $\Delta p = 0,5$ bar gemessene Luftdurchlässigkeit zugrunde,
- 25 dann werden poröse Flächengebilde mit einer Luftdurchlässigkeit von 150-4000 $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ bevorzugt. Besonders bevorzugt werden solche mit einer Luftdurchlässigkeit zwischen 600 und 1500 $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$.
- Das nach DIN 53 854 bestimmte Flächengewicht liegt zwischen 20 und 120 g/m^2 , insbesondere zwischen 30 und 80 g/m^2 . Die nach DIN 53 855/1 bestimmte Dicke liegt
- 30 vorzugsweise zwischen ungefähr 0,05 und ungefähr 0,60 mm.
- Die porösen Flächengebilde bestehen aus Polymerfasern mit Porendurchmessern im Bereich zwischen etwa 10 μm und etwa 50 μm . Bevorzugt sind Flächengebilde aus Kernmantelfasern, weil sie dem Membranverbund eine ausgezeichnete mechanische

- Stabilität verleihen. Gute Ergebnisse werden erreicht, wenn Kernmantelfasern mit Polypropylen (PP) als Kernmaterial beispielsweise mit einem Schmelzpunkt im Bereich von $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ und mit Polyethylen (PE) als Mantelmaterial beispielsweise mit einem Schmelzpunkt im Bereich von $135^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ oder $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ verwendet werden. Der höher schmelzende PP-Kern verhindert weitestgehend ein Wegfließen der Schmelze des PE-Mantels der Polymerfaser und ermöglicht somit das Eindringen des flüssigen PE in die poröse Membran durch Kapillarkräfte im Randbereich zur Dichtungsmasse. Das Massenverhältnis der Polymere PP:PE (Kernpolymer: Mantelpolymer) in den Kernmantelfasern kann zwischen 10:90 bis 90:10 variieren, wobei ein Verhältnis 50:50 bevorzugt ist. Die fehlende Stabilität bei dem Schmelzvorgang bei reinen PE-Flächengebilden durch das Fehlen des PP-Kerns (wie bei Kernmantelvliesen) kann durch einen erhöhten Schmelzeintrag mittels eines erhöhten Flächengewichtes des PE-Flächengebildes ausgeglichen werden.
- Die porösen Flächengebilde können auf den porösen Membranen auflaminiert sein, wie es im Falle von Kernmantelvliesen beispielsweise in der DE-C1-42 34 816 offenbart wurde, oder sie können mit den porösen Membranen integriert sein, wie es beispielsweise in der DE-C2-40 25 768 beschrieben wurde.
- Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung eines Verbundes aus einem Dreischichtaufbau („Sandwich-Aufbau“) erwiesen, insbesondere wenn er aus einem Kernmantelvlies besteht, das auf der einen Seite mit einer porösen Membran und auf der anderen Seite beispielsweise mit einem Gewebe oder einem weiteren Vlies verbunden ist. Hierdurch werden der Schutz der porösen Membran vor Randhydrophobie und die mechanische Stabilität deutlich erhöht. Verbunde der genannten Art sind aus der DE-A1-196 04 573 bekannt, allerdings weisen sie eine deutlich reduzierte Wasserdurchflußrate, die zwischen 72 und 86% im Vergleich zur Membran allein liegt, auf. Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß zur Verhinderung einer Randhydrophobie bereits relativ lose Verbunde aus einem Dreischichtaufbau verwendet werden können, die über eine Wasserdurchflußrate verfügen, die im Vergleich zur unverstärkten Membran um weniger als 10% reduziert ist. Im Falle der Verwendung eines Laminats aus porösem Flächengebilde und poröser Membran hat es sich überraschenderweise als ausreichend erwiesen, wenn die Verbindung zwischen beiden Lagen nur punktuell erfolgt und die Wasserdurchflußrate

19.10.95

9

des Verbundes im Vergleich zur unverstärkten porösen Membran lediglich um einen Wert von weniger als 2,5 % reduziert wird. Ein solcher Verbund wird beispielsweise durch einen Laminiervorgang mit einer Laminiertemperatur unterhalb der Schmelztemperatur des porösen Flächengebildes und einem entsprechenden geringen Laminieranpreßdruck auf die zu laminierenden Lagen erreicht. Wird die poröse Membran nur im Randbereich mit einem porösen Flächengebilde laminiert, so nimmt die Wasserdurchflußrate um weniger als bis 2% ab. Dagegen wird durch integrale Einbettung des porösen Flächengebildes in die poröse Membran der Wasserdurchflußrate um ungefähr 10 bis ungefähr 30% reduziert. Filterkassetten aus integral verstärkten Membranen besitzen demnach eine für viele praktische Anwendungen unzureichende Filtrationsleistung auf.

Die hydrophilen, porösen Membranen bestehen aus Materialien, die ausgewählt sind aus der Gruppe der Polysulfone, Polyethersulfone und Polyamide. Die Hydrophilie kann aufgrund einer Strukturmorphologie, eines Netzmittel- oder Polymerzusatzes hervorgerufen sein.

Die porösen Membranen besitzen Porengrößen im Ultrafiltrations- und Mikrofiltrationsbereich, wobei der Mikrofiltrationsbereich mit Porengrößen zwischen etwa 0,05 und etwa 10 µm und insbesondere ein Bereich zwischen 0,1 und 1,2 µm bevorzugt ist. Besonders bevorzugt wird ein Bereich zwischen 0,2 und 0,65 µm.

Die Erfindung ist anwendbar auf alle Filterkassetten, bei denen die porösen Membranen in ihren Randbereichen thermisch fluiddicht in starren Dichtungsmassen aus thermoplastischem Polymermaterialien eingebettet werden.

Die Dichtungsmassen bestehen aus einem Material, das ausgewählt ist aus der Gruppe der Polyalkane, insbesondere Polyethylen und Polypropylen, halogenierten Polyalkane, Polysulfone, Polyethersulfone und Polyamide.

Die Erfindung wird anhand der Figuren 1.a bis 12.b und der Ausführungsbeispiele näher erläutert.

30

Dabei zeigen

Fig. 1.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines Kernmantel- oder PE-Vlieses mit einer hydrophilen, porösen Membran und weiteren Vliesen/Geweben zur Drainage ohne physikalische/chemische Verbindung vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- 5 Fig. 1.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 1a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

Fig. 2.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines Kernmantel- oder PE-Vlieses mit einer hydrophilen, porösen Membran und weiteren Vliesen/Geweben zur Drainage mit physikalischer/chemischer Verbindung vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

Fig. 2.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 2a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- 15 Fig. 3.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines Kernmantel- oder PE-Vlieses mit einer hydrophilen porösen Membran und einem weiteren Vliese/Gewebe durch Laminierung und einem weiteren Vlies/Gewebe zur Drainage vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- Fig. 3.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 3a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

Fig. 4.a eine schematische Darstellung eines Verbundes durch Laminierung des Kernmantel- oder PE-Vlieses mit der hydrophilen, porösen Membran und weiteren Vliesen/Geweben zur Drainage vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- 25 Fig. 4.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 4a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

Fig. 5.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines mit dem Drainagevlies laminierten Kernmantel- oder PE-Vlieses mit der porösen Membran ohne physikalische/chemische Verbindung vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- 30 Fig. 5.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 5a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

Fig. 6.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines mit einem Drainagevlies laminierten Kernmantel- oder PE-Vlieses mit der porösen Membran mit physikalischer/chemischer Verbindung vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- 5 Fig. 6.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 6a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

Fig. 7.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines durch beidseitige Laminierung einer hydrophilen, porösen Membran mit Kernmantel- oder PE-Vliesen und ohne Drainagevliese vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- 10 Fig. 7b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 7a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- Fig. 8.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines zwischen einer hydrophilen, porösen Membran und Drainagevliesen auf PP-Basis ohne Kernmantel- oder PE-Vlies vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,
- 15

Fig. 8.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 8a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- Fig. 9.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines durch beidseitige Laminierung einer hydrophilen, porösen Membran mit Kernmantel- oder PE-Vliesen und Verwendung von Drainagevliesen vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,
- 20

Fig. 9.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 9a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

- Fig. 10.a eine schematische Darstellung eines Verbundes eines Kernmantel- oder PE-Vlieses mit der porösen Membran mit beidseitiger physikalischer/chemischer Verbindung vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,
- 25

Fig. 10.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 10a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

30

Fig. 11.a eine schematische Darstellung eines Verbundes durch Laminierung eines Kernmantel- oder PE-Vlieses ausschließlich im Randbereich der porösen Membran vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

Fig. 11.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 11a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse,

5 Fig. 12.a eine schematische Darstellung eines Aufbaus mit durch Kernmantelvlies integral verstärkter, hydrophiler, porösen Membran und Drainagevliesen vor der Einbettung in eine Dichtungsmasse und

Fig. 12.b eine schematische Darstellung des Verbundes gemäß der Fig. 12a nach der Einbettung in eine Dichtungsmasse.

10 Erfolgt gemäß Fig. 1.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse Membran 2, das Kernmantelvlies 1, sowie die Drainagevliese 3 und 4 weder durch einen Laminierungsvorgang, noch durch entsprechende Bedingungen beim Weiterverarbeiten physikalisch-chemisch verbunden werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten des Verbundes unabhängig voneinander statt (Fig. 1.b). Da
15 keine direkte Verbindung zwischen dem Kernmantelvlies und der porösen Membran bei der Einbettung in die Dichtungsmasse 5 gewährleistet ist, erfolgt weder ein Schutz der hydrophilen Membran durch Abführung der Wärme durch das schmelzende thermoplastische Vlies an der Membran selbst, noch versiegelt die Schmelze über Kapillar- oder Adhäsionskräfte die beschädigten Bereiche im Randbereich zur
20 Dichtungsmasse. Bei allen dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde eine Randhydrophobie im Bereich benachbart zur starren Dichtungsmasse festgestellt.

Erfolgt gemäß Fig. 2.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse Membran 2, das Kernmantel- oder PE-Vlies 1, sowie das Drainagevlies 3 durch
25 entsprechende physikalische Bedingungen beim Laminieren verbunden werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten in der Dichtungsmasse 5 als Verbund statt. Da eine direkte Verbindung zwischen dem Kernmantelvlies und der porösen Membran bei der Einbettung in die Dichtungsmasse gewährleistet ist, erfolgt zum
30 einen der Schutz der hydrophilen Membran durch Abführung der Wärme durch das schmelzende thermoplastische Vlies an der Membran selbst, zum anderen versiegelt die Schmelze über Kapillar- oder Adhäsionskräfte die beschädigten Bereiche im Randbereich zur Dichtungsmasse (Fig. 2b). Bei einem überwiegenden Teil der

dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde keine Randhydrophobie im Bereich zur Dichtungsmasse hin festgestellt.

Erfolgt gemäß Fig. 3.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse
5 Membran 2, das Kernmantel- oder PE-Vlies 1, sowie das Drainagevlies
(Vlies/Gewebe) 4 durch einen Laminiervorgang miteinander verbunden werden, so
findet die Fixierung der einzelnen Schichten in der Dichtungsmasse 5 als Verbund
statt. Da eine direkte Verbindung zwischen dem Kernmantelvlies und der porösen
Membran bei der Einbettung in die Dichtungsmasse gewährleistet ist, erfolgt zum
10 einen der Schutz der hydrophilen Membran durch Abführung der Wärme durch das
schmelzende thermoplastische Vlies an der Membran selbst, zum anderen versiegelt
die Schmelze über Kapillar- oder Adhäsionskräfte die beschädigten Bereiche im
Randbereich zur Dichtungsmasse hin (Fig. 3b).

15 Erfolgt gemäß Fig. 4.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse
Membran 2 und das Kernmantel- oder PE-Vlies 1 durch einen Laminiervorgang
miteinander verbunden werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten in der
Dichtungsmasse 5 als Verbund statt. Der Effekt ist identisch zu Beispiel 3 - ohne
zusätzliche Unterstützung eines Drainagevlieses. (Fig. 4b). Bei keiner der so
20 aufgebauten Filterkassetten wurde eine Randhydrophobie im Bereich zur
Dichtungsmasse hin festgestellt.

Erfolgt gemäß Fig. 5.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse
Membran 2 und das mit dem Drainagevlies laminerte Kernmantel- oder PE-Vlies 1
25 weder durch einen weiteren Laminiervorgang, noch durch entsprechende
Bedingungen beim Weiterverarbeiten physikalisch-chemisch verbunden werden, so
findet die Fixierung der einzelnen Schichten des Verbundes unabhängig voneinander
statt (Fig. 5.b). Der Effekt ist identisch zu Beispiel 1.

Bei allen dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde eine Randhydrophobie im
30 Bereich zur Dichtungsmasse 5 hin festgestellt.

Erfolgt gemäß Fig. 6.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse
Membran 2 und das mit dem Drainagevlies laminerte Kernmantel- oder PE-Vlies 1

durch entsprechende Bedingungen beim Weiterverarbeiten- zum Beispiel Laminieren - physikalisch-chemisch verbunden werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten in der Dichtungsmasse als Verbund statt (Fig. 6.b). Der Effekt ist identisch zu Beispiel 2.

- 5 Bei dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde keine Randhydrophobie im Bereich zur Dichtungsmasse 5 hin festgestellt.

Erfolgt gemäß Fig. 7.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse Membran 2 beidseitig mit dem Kernmantel- oder PE-Vlies 1 und 6 durch einen Laminierungsvorgang miteinander verbunden werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten in der Dichtungsmasse 5 als Verbund statt. Der Effekt ist identisch zu Beispiel 4 (Fig. 7b). Bei keiner der dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde eine Randhydrophobie im Bereich zur Dichtungsmasse hin festgestellt.

- 15 Erfolgt gemäß Fig. 8.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse Membran 2, mit den Drainagevliesen 3, 4 ohne ein Kernmantel- oder PE-Vlies in die Dichtungsmasse 5 eingebettet werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten des Verbundes unabhängig voneinander statt (Fig. 8.b). Der Effekt ist identisch zu Beispiel 1.

- 20 Bei allen, dermaßen aufgebauten, Filterkassetten wurde eine Randhydrophobie im Bereich zur Dichtungsmasse hin festgestellt.

Erfolgt gemäß Fig. 9.a der Aufbau des Verbundes wie in Beispiel 7 mit der zusätzlichen Verwendung von Drainagevliesen 3, 4, so wird derselbe Effekt wie in Beispiel 7 erzielt (Fig. 9.b)

Bei keinem der dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde eine Randhydrophobie im Bereich an den Verankerungselementen festgestellt.

- 30 Erfolgt gemäß Fig. 10.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse Membran 2 und die Kernmantel- oder PE-Vliese 1 und 6 beidseitig der Membran durch entsprechende Bedingungen - zum Beispiel Laminieren - physikalisch-chemisch verbunden werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten in der

Dichtungsmasse 5 als Verbund statt. (Fig. 10.b). Der Effekt auf jeder Seite der Membran ist identisch zu Beispiel 2.

Bei allen dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde keine Randhydrophobie im Bereich zur Dichtungsmasse hin festgestellt.

5

Erfolgt gemäß Fig. 11.a der Aufbau des Verbundes der Gestalt, daß die poröse Membran 2 im Randbereich zur Dichtungsmasse hin mit dem Kernmantel- oder PE-Vlies 1 und dem Drainagevlies 4 durch einen Laminierungsvorgang miteinander verbunden werden, so findet die Fixierung der einzelnen Schichten in der Dichtungsmasse 5 als Verbund statt. Der Effekt ist identisch zu Beispiel 2 (Fig. 11.b).

Bei keiner der dermaßen aufgebauten Filterkassetten wurde eine Randhydrophobie festgestellt.

Dieser Aufbau kann auch mit gleichen Ergebnissen wie in den Beispielen 3, 4, 7, 9 und 11 durchgeführt werden.

Wird gemäß Fig. 12.a eine mit einem Kernmantel- oder PP-Vlies integral verstärkte Membran 7 mit Drainagevliesen 3 und 4 in eine Dichtungsmasse aus einer thermoplastischen Polymerschmelze eingebettet (Fig. 12.b), so kommt es zu identischen Effekten wie in Beispiel 4. Bei keiner der dermaßen aufgebauten Filterkassette wurde eine Randhydrophobie im Bereich zur Dichtungsmasse hin festgestellt.

Dieser Aufbau kann auch mit gleichen Ergebnissen wie in den Beispielen 3 (mit Drainagevlies verbunden), 4 (ohne Drainagevlies), 7 (beidseitig eingebettet, ohne Drainagevlies), 9 (beidseitig eingebettet, mit Drainagevlies) und 11 (nur im Randbereich eingebettet) erfolgen.

Allerdings weisen die nach Beispiel 12 aufgebaute Filterkassetten eine verminderte Wasserdurchflußrate auf.

30 Ausführungsbeispiele

Zur Ermittlung des Auftretens der Größe der Randhydrophobie und der Filtrationsleistung wurden Crossflow Filterkassetten mit 32 rechteckigen Zuschnitten an laminierten (Typ I), integral verstärkten (Typ II) und unverstärkten (Typ III)

hydrophilen Mikrofiltrationsmembranen der Porengröße 0,2 µm aus Polyamid-6 und Polyethersulfon sowie 18 Zuschnitten an drainierenden Retentat- und 16 Zuschnitten an drainierenden Permeatabstandshaltern aus Polypropylengewebe und einer starren Dichtungsmasse aus Polypropylen gefertigt und untersucht. Das poröse
 5 Flächengebilde bestand aus einem PP-Vlies. Die effektive Filterfläche der Filterkassetten beträgt 0,7 m². Die Durchbrechungen in den Zuschnitten der drainierenden Retentat- und Permeatabstandshaltern, die eine Zufuhr oder Abfuhr von Fluid zu oder von den Membranseiten verhindern sollen, sind in ihren Randbereichen von einer Dichtungsmasse aus dem gleichen Polypropylen wie die Dichtungsmasse,
 10 mit der die flächigen Zuschnitte in ihren peripheren Randbereichen fluiddicht eingefäßt sind, ringförmig umschlossen.

Zur Ermittlung der Randhydrophobie wurden die Membranen der Filterkassetten mit RO-Wasser benetzt und bei einem Differenzdruck von 1 bar mit Luft als Testgas auf Diffusion überprüft. Filterkassetten mit Diffusionswerten < 15 ml/min wurden als
 15 integer betrachtet. Eine Überprüfung der Filterkassetten, mit größeren Diffusionswerten, die eine Randhydrophobie aufwiesen, nach dem bekannten Bakterien-Challenge-Test (BC-Test), zeigte, daß die erhöhten Diffusionswerte nicht auf Membrandefekte zurückzuführen sind.

Zur Ermittlung der Filtrationsleistung wurde bei einem Eingangsdruck von 2 bar und
 20 einem Retentatgegendruck von 0,5 bar die Wasserdurchflußrate für Permeat in l/h m² bestimmt.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Die Daten sind Mittelwerte aus 5 Meßwerten.

Tabelle 1

25 Filterkassette mit Membran aus Polyamid-6

Typ	Diffusion	Wasserdurchflußrate	
		[l/h m ²]	%
I	9,7	1650	98
II	8,1	1190	71
III	hoch, nicht bestimmbar	1680	100

18.10.98

17

Tabelle 2

Filterkassette mit Membran aus Polyethersulfon

Typ	Diffusion	Wasserdurchflußrate	
		[l / h m ²]	%
I	6,4	1480	97
II	9,5	1250	82
III	hoch, nicht bestimmbar	1530	100

5

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Filterkassetten besteht in ihrer erhöhten mechanischen Stabilität im Vergleich zu Filterkassetten, die dem Stand der Technik entsprechen. Diese erhöhte Stabilität dürfte auf die physikalische/chemische Verbindung zwischen der hydrophilen, porösen Membran und porösem Flächengebilde zurückzuführen sein. Im Falle der Laminierung mit Kernmantelvliesen besitzen die Membranen einen um etwa 3 bar höheren Berstdruck. Der Berstdruck liegt beispielsweise bei den verwendeten PESU-Membranen ohne Laminierung bei nur etwa 0,5 bar. Setzt man erfindungsgemäße Crossflow-Filterkassetten mit aus Kernmantelvliesen laminierten PESU-Membranen (0,2 µm Porendurchmesser) Pulsationen mit einer Druckdifferenz von 6 bar aus, traten selbst nach 4000 Pulsationen keine Schädigungen der Membran auf. Es wurden 40 Zyklen einer Dampfsterilisation von je 30 Minuten Dauer bei 2 bar (134° C) durchgeführt. Es traten keinerlei Veränderungen an den Filterkassetten auf.

20

25

18.10.95

Schutzansprüche

1. Auf Integrität testbare Filterkassette zur Filtration von Fluiden aus einer Vielzahl geschichteter, flächiger Zuschnitte aus hydrophilen, porösen Polymermembranen und aus drainierenden Abstandshaltermaterialien, die in ihren Randbereichen von einer starren Dichtungsmasse fluiddicht eingefaßt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrophilen, porösen Membranen mindestens in ihren Randbereichen und auf mindestens einer Seite mit einem porösen Flächengebilde aus thermoplastischen Polymerfasern verbunden sind und daß die starre Dichtungsmasse aus einem thermoplastischen Polymer besteht.
2. Filterkassette nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrophilen, porösen Membranen auf die porösen Flächengebilde auflaminiert sind.
3. Filterkassette nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die auf den porösen Flächengebilden auflaminierten hydrophilen, porösen Membranen eine Wasserdurchflußrate von wenigstens ungefähr 90% der Wasserdurchflußrate der Membranen allein aufweisen.
4. Filterkassette nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymerfasern der porösen Flächengebilde Kernmantelfasern sind, wobei das Mantelmaterial eine geringere Schmelztemperatur besitzt als das Kernmaterial.
5. Filterkassette nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrophilen, porösen Membranen aus Materialien bestehen, die ausgewählt sind aus der Gruppe der Polysulfone, Polyethersulfone und Polyamide.

13.10.95

19

6. Filterkassette nach den vorstehenden Ansprüchen,
dadurch gekennzeichnet, daß
das starre Dichtungsmaterial aus einem Material besteht, das aus der Gruppe der
5 Polyalkane, Polysulfone, Polyethersulfone und Polyamide ausgewählt ist.
7. Filterkassette nach den Ansprüchen 1 bis 3
dadurch gekennzeichnet, daß
die hydrophilen, porösen Membranen mit mindestens einer Seite auf einem porösen
10 Flächengebilde in Form eines Vlieses aus Polypropylenfasern auflaminiert sind, wobei
die laminierten Membranen eine Wasserdurchflußrate von wenigstens ungefähr 90%
der Wasserdurchflußrate der Membranen allein aufweisen und
die flächigen Zuschnitte der drainierenden Abstandshaltermaterialien und
die Dichtungsmasse aus Polypropylen bestehen.
- 15 8. Filterkassette nach den vorstehenden Ansprüchen zur Crossflow-Filtration,
bei der die flächigen Zuschnitte zueinander fluchtende Durchbrechungen zur
Ausbildung von Kanälen für die Zufuhr von zu filtrierendem Fluid und für die Abfuhr
von Retentat und Permeat aufweisen und die flächigen Zuschnitte als drainierende
20 Abstandhalter auf der Retentat- und Permeatseite der Membranen dienen, wobei jene
Durchbrechungen zur Verhinderung der Zufuhr oder der Abfuhr von Fluid zu oder
von den Membranseiten in ihren Randbereichen von einer Dichtungsmasse ringförmig
umschlossen sind,
dadurch gekennzeichnet, daß
25 die Dichtungsmasse aus dem gleichen thermoplastischen Polymer besteht wie die
Dichtungsmasse, mit der die flächigen Zuschnitte in ihren peripheren Randbereichen
fluiddicht eingefast sind.

18.10.96

1/4

Fig. 1.a

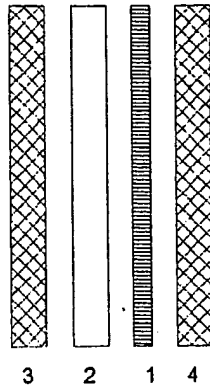


Fig. 1.b

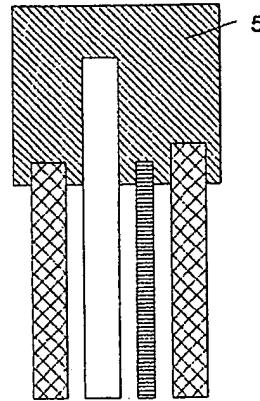


Fig. 2.a

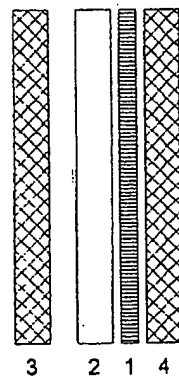


Fig. 2.b

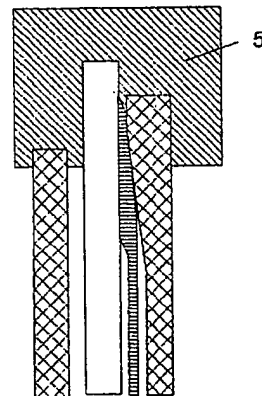


Fig. 3.a

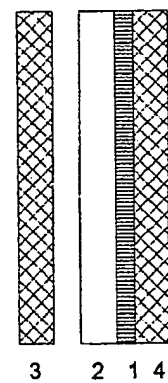
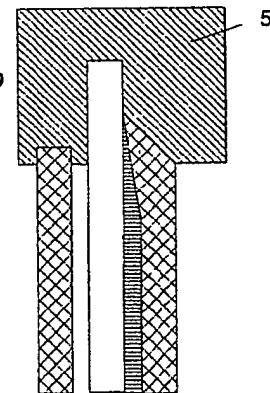


Fig. 3.b



18.10.95

2/4

Fig. 4.a

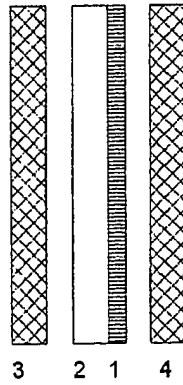


Fig. 4.b

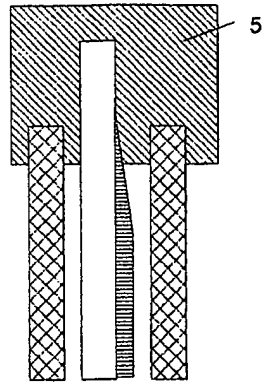


Fig. 5.a

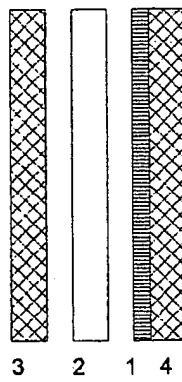


Fig. 5.b

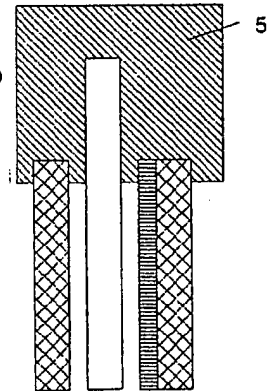


Fig. 6.a

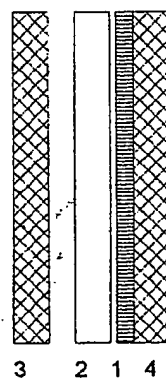
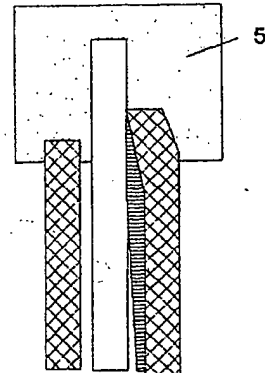


Fig. 6.b



18.10.95

3/4

Fig. 7.a

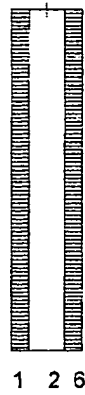


Fig. 7.b

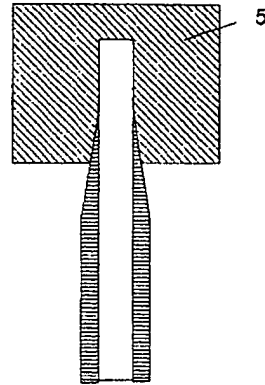


Fig. 8.a

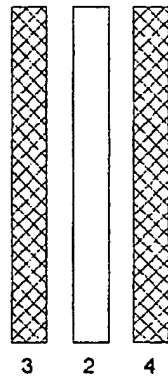


Fig. 8.b

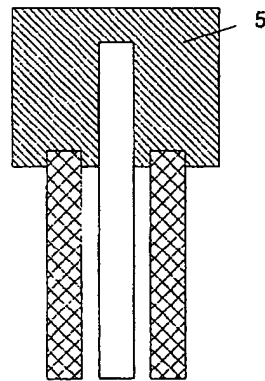


Fig. 9.a

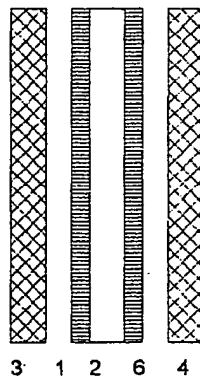
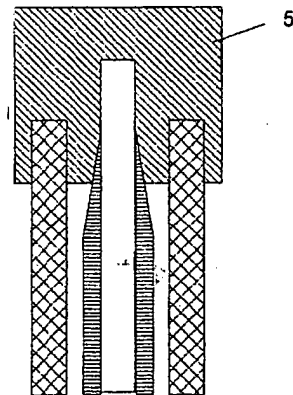


Fig. 9.b



18-10-98

4/4

Fig. 10.a

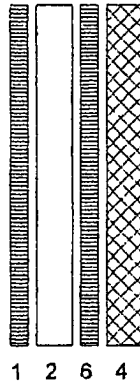


Fig. 10.b

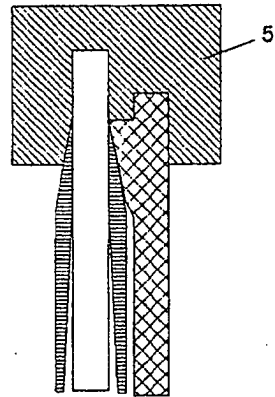


Fig. 11.a

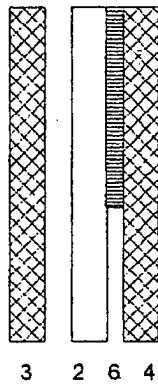


Fig. 11.b

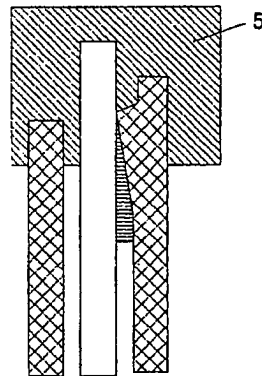


Fig. 12.a

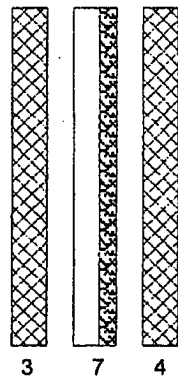


Fig. 12.b

